

# СТРУКТУРА И СВОЙСТВА СТАЛЕЙ ПОСЛЕ ПЛАЗМЕННОЙ ЗАКАЛКИ

*Алисова Г.В.*

*Руководитель – профессор Филиппов М.А.*

*УрФУ, г. Екатеринбург*

*Alisova@outlook.com*

Плазменная закалка рабочих поверхностей деталей машин и инструмента является прогрессивным, простым и эффективным процессом локального поверхностного упрочнения рабочих поверхностей деталей машин и инструмента. Плазменная закалка быстро развивается в промышленности. Цель плазменной закалки – изготовление деталей и инструмента с упрочненным поверхностным слоем толщиной от 0.1 до 2 миллиметра при неизменном общем химическом составе материала и сохранении во внутренних слоях первоначальных свойств исходного металла. Использование данного метода поверхностного упрочнения позволяет снизить износ конструкционных и инструментальных сталей, увеличить их стойкость и межремонтный ресурс, а также получить реальную экономию за счёт повышения работоспособности и снижения объёма закупок новых изделий. Особенно широкое применение метод скоростной закалки получил для прокатных валков, штампового и режущего инструмента, рельсов и рельсоправильных бандажей и других изделий из высокоуглеродистых сталей.

Сущность этого метода заключается в высокоскоростном нагреве концентрированными потоками энергии (КПЭ) поверхностного слоя металла и быстрым его охлаждением в результате передачи тепла в глубинные слои материала детали, вследствие чего структура поверхностного слоя меняется за счет фазового превращения – закалки на мартенсит. Воздействие КПЭ в результате быстрого (за несколько миллисекунд) нагрева поверхности стали или чугуна выше температур аустенизации и последующего их охлаждения со скоростью выше критической скорости охлаждения приводит к образованию мартенсита, который обладает повышенной твердостью, прочностью и износостойкостью, что способствует увеличению ресурса деталей машин.

Технологический процесс плазменной закалки состоит из предварительной очистки, непосредственно плазменной закалки поверхности за счет перемещения плазмотрона относительно изделия или на оборот. Возможны следующие технологические варианты плазменной закалки: без оплавления и с оплавлением, с промежутками между упрочненными зонами или без них. Интегральная температура нагрева 150-200°C. В качестве плазмообразующего газа используется аргон или его смеси с азотом, а так же воздух. Средняя ширина закаленной зоны 6-13 мм.

Процесса плазменной закалки обусловлен следующими параметрами ток плазменной дуги (струи), расход плазмообразующего газа, расстояние между плазмотроном и изделием, скорость перемещения.

Характерное отличие структуры закаленного слоя после закалки с плазменным нагревом состоит в большом содержании остаточного аустенита. Причиной повышенной концентрации остаточного аустенита в поверхностном слое образцов, образованных КПЭ, является локальное увеличение содержания углерода в аустенитной фазе при растворении карбидных фаз в заэвтектоидных сталях. В ферритно-перлитных сталях возможно наследственное сохранение участков с высокой концентрацией углерода в аустените, образовавшемся из перлита при высокоскоростном кратковременном нагреве поверхности движущимся источником тепла, когда не успевает развиваться диффузионный процесс выравнивания концентрации углерода в объеме аустенитного зерна. Повышенное содержание углерода способствует понижению точки мартенситного превращения вблизи межфазной границы и последующую фиксацию аустенита при охлаждении. При плазменном нагреве имеют место разные стадии аустенизации по глубине зоны термического влияния.

В верхних слоях, нагретых до высоких температур, происходят превращения избыточного феррита в аустенит и насыщение бывших ферритных участков углеродом. В поверхностном слое, благодаря рентгеновскому анализу, можно зафиксировать наличие аустенита и мартенсита с разным содержанием углерода. Это объясняется тем, что при скоростном нагреве перлитная колония переходит в аустенитное состояние с концентрацией углерода, близкой к эвтектоидной. Далее углерод диффундирует в пределах зерна структурно-свободного феррита, что является условием для полного превращения в аустенит. Степень завершенности перераспределения углерода определяется параметрами термического цикла нагрева и исходной структурой стали.

После охлаждения в областях с повышенным содержанием углерода присутствуют остаточный аустенит и высокоуглеродистый мартенсит. Между пластинами цементита, где твердый раствор менее насыщен углеродом, возникает низкоуглеродистый мартенсит. В участках обедненных углеродом (феррит) после охлаждения формируется сорбитно-троостинная структура.

Формирование на поверхности в результате плазменной структуры мартенсита и остаточного аустенита существенно повышает износостойкость изделий, что подтверждается испытаниями в промышленных масштабах широкой номенклатуры изделий.